

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОЦЕССАХ СЖАТИЯ ВОЗДУХА В ОАО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» Г. НОВОТРОИЦКА

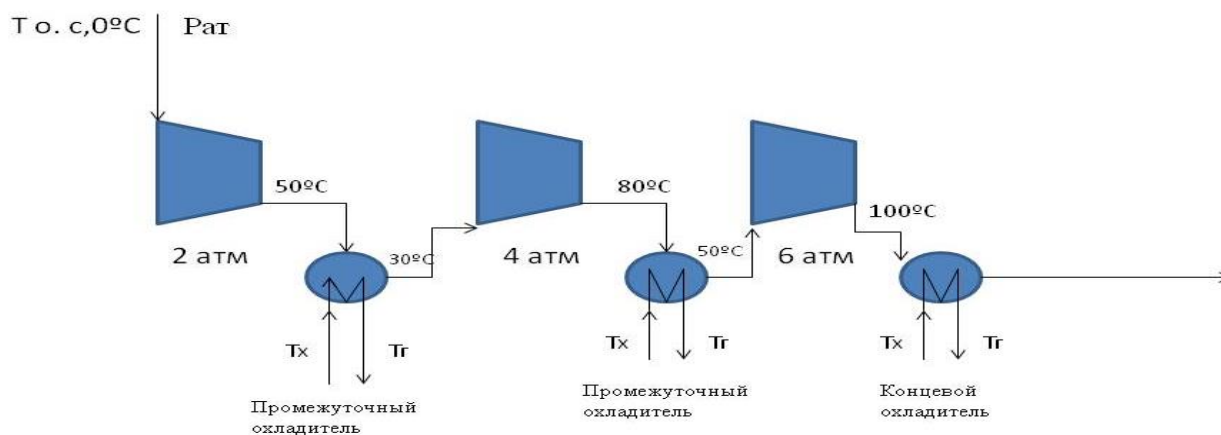
На сегодняшний день сжатый воздух является одним из важнейших ресурсов для большинства промышленных предприятий наряду с электроэнергией, газом и водой. Обеспечение бесперебойного производства сжатого воздуха становится необходимым условием исправного функционирования промышленных мощностей предприятия. Сжатый воздух очень широко используется в промышленности и в черной металлургии, в частности [1]; в металлургии: в доменном производстве и при производстве кислорода. Сжатый воздух производят при помощи трехступенчатого сжатия. Самое выгодное сжатие – изотермическое, при котором температура в ступени не меняется до перехода на следующую ступень. Требуемый на производстве сжатый воздух производится компрессорной установкой [2].

При сжатии воздуха выделяется тепло. Это тепло должно быть отведено из воздуха посредством воздушно- или водоохлаждаемых ребер охлаждения корпуса компрессора или с помощью дополнительного охладителя. Для достижения сжатого воздуха порядка 6 атм требуются промежуточные и конечной охладители. Если в охладителях используется вода, к примеру, из водоема, находящегося в непосредственной близости к предприятию, то в охладители она будет поступать с температурой окружающей среды, в связи с этим возникает проблема в охлаждении компрессора. Если использовать для охлаждения не воду, а антифризы, то этот метод может уменьшить затраты энергии для охладителя. Антифризы, такие как метиловый спирт, этиловый спирт, гидро-терм, Na–К, могут охлаждаться до минимальной температуры $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и при этом не изменяя своего жидкого агрегатного состояния, в то время как вода превращается в лед при минимальной температуре $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3].

Для того чтобы установка работала эффективно, воздух после выхода из одной ступени в другую надо охлаждать, обычно его охлаждают при помощи воды в промежуточных охладителях, но это иногда проблематично, так как вода не может охладить воздух до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ при своей минимальной температуре $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, но с этой задачей может справиться антифриз как зимой, так и летом.

Просчитаем работу сжатия в компрессоре с промежуточным водяным охлаждением и с охлаждением при помощи антифриза:

Для воды схема выглядит следующим образом.



Компрессорная установка с промежуточным водяным охлаждением

Для первой ступени: $R = 286,689655 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $k = 1,4$; $P_1 = 94 \text{ кПа}$; $P_2 = 181 \text{ кПа}$; $T_1 = 273 \text{ К}$; $T_2 = 323 \text{ К}$.

$$L_{1,\text{вода}} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot T_1 \cdot R \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \left(\frac{1,4}{1,4-1} \right) \cdot 273 \cdot 286,689655 \cdot \left[\frac{181^{\frac{1,4-1}{1,4}}}{94} - 1 \right] = 56365 \text{ Дж}.$$

Подобным методом рассчитаем работу для 2 и 3 ступеней:

Для второй ступени: $R = 286,689655 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $k = 1,4$; $P_1 = 181 \text{ кПа}$; $P_2 = 363,4 \text{ кПа}$; $T_1 = 303 \text{ К}$; $T_2 = 353 \text{ К}$.

$$L_{2,\text{вода}} = 66578,7 \text{ Дж}.$$

Для третьей ступени: $R = 286,689655 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $k = 1,4$; $P_1 = 363,4 \text{ кПа}$; $P_2 = 600 \text{ кПа}$; $T_1 = 323 \text{ К}$; $T_2 = 373 \text{ К}$.

$$L_{3,\text{вода}} = 49915,7 \text{ Дж}.$$

Общая работа компрессора, используя промежуточный охладитель – воду:

$$\begin{aligned} L_{\text{общ.водяного охлаждения}} &= L_{1,\text{вода}} + L_{2,\text{вода}} + L_{3,\text{вода}} = \\ &= 56365 + 66578,7 + 49915,7 = 172859 \text{ Дж}. \end{aligned}$$

Рассчитаем работу сжатия при антифризе: предположим, что на выходе из ступени в промежуточных охладителях антифриз охлаждает воздух до 0°C .

Для первой ступени: $R = 286,689655 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $k = 1,4$; $P_1 = 94 \text{ кПа}$; $P_2 = 181 \text{ кПа}$; $T_1 = 273 \text{ К}$; $T_2 = 323 \text{ К}$.

$$L_{1,\text{антифриз}} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot T_1 \cdot R \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \left(\frac{1,4}{1,4-1} \right) \cdot 273 \cdot 286,689655 \cdot \left[\frac{181^{\frac{1,4-1}{1,4}}}{94} - 1 \right] = 56365 \text{ Дж}.$$

Для второй ступени: $R = 286,689655 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $k = 1,4$; $P_1 = 181,71 \text{ кПа}$; $P_2 = 363,4 \text{ кПа}$; $T_1 = 273 \text{ К}$; $T_2 = 353 \text{ К}$.

$$L_{2,\text{антифриз}} = 59987 \text{ Дж}.$$

Для третьей ступени: $R = 286,689655 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; $k = 1,4$; $P_1 = 363,4 \text{ кПа}$; $P_2 = 600 \text{ кПа}$; $T_1 = 273 \text{ К}$; $T_2 = 373 \text{ К}$.

$$L_{3,\text{антифриз}} = 42189 \text{ Дж.}$$

Общая работа компрессора, используя промежуточный охладитель – антифриз:

$$L_{\text{общ.антифриз}} = L_{1,\text{антифриз}} + L_{2,\text{антифриз}} + L_{3,\text{антифриз}} = \\ = 56365 + 59987 + 42189 = 158541 \text{ Дж.}$$

Найдем разницу в работе компрессорной установки на водяном охлаждении и на антифризе:

$$\Delta L = L_{\text{общ.водяного охлаждения}} - L_{\text{общ.антифриз}} = 172859 - 158541 = 14318 \text{ Дж.}$$

Найдем экономию использования охладителя-антифриза:

$$-\Delta E = \Delta L \cdot P = 14318 \cdot 1000 = 770308 \text{ Дж} \cdot \text{кг/с},$$

где P – производительность сжатого воздуха производства ОАО «Уральская сталь», $P = 53,8 \text{ кг/с}$.

Годовая экономия энергии будет равна:

$$-\Delta E_{\text{год}} = 770308 \cdot 86400 \cdot 365 = 24,3 \text{ ТДж} \cdot \text{кг/с},$$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что такое решение может дать большой энергосберегающий эффект.

Список литературы

1. Калинин Н. В., Кабанова И. А., Галковский В. А., Костюченко В. М. Системы воздухооборудования промышленных предприятий. Смоленск : Смоленский филиал МЭИ (ТУ), 2005. 122 с.
2. Чоджой М. Х. Энергосбережение в промышленности. М. : Металлургия, 1982. 272 с.
3. Баскаков А. П. Теплотехника. М. : Энергоатомиздат, 1991. 224 с.

УДК 621.313.8

Поздеев А. С., Казакбаев В. М., Прахт В. А., Дмитриевский В. А.
Уральский федеральный университет,
kazakbaiev@inbox.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ТИПЫ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ НА РОТОРЕ И СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

В условиях ориентации промышленности на энергосберегающие технологии все большее внимание уделяется энергоэффективным электроприводам. Одним из таких электроприводов является электропривод с использованием двигателей переменного тока с постоянными магнитами на роторе (ДПМР).

В настоящее время разработано множество типов ДПМР и методов управления ими, при этом действующий в России ГОСТ 27471-87, определяющий типы подобных электрических машин, не охватывает имеющееся много-